

METAMORPHOSE DU PROFIL D'HYDROCARBURES CUTICULAIRES LORS DE
L'ACTIVATION OVARIENNE CHEZ LA FOURMI *LINEPITHEMA HUMILE*.

J.C. de Biseau¹, L. Passera², D. Daloz³, S. Aron¹

¹ Laboratoire de Biologie des Communautés Animales, Université Libre de Bruxelles CP160/12, 50 av. F. Roosevelt, 1050 Bruxelles, Belgique

² Laboratoire de Cognition Animale, Université Paul-Sabatier, 118 route de Narbonne, 31062 Toulouse cedex 4, France

³ Laboratoire de Chimie Bio-organique, Université Libre de Bruxelles CP160/07, 50 av. F. Roosevelt, 1050 Bruxelles, Belgique

RESUME

L'étude d'une population méditerranéenne de la fourmi d'Argentine, *Linepithema humile*, montre que les reines et les ouvrières possèdent des profils d'hydrocarbures cuticulaires qualitativement très différents. Les ouvrières se caractérisent principalement par la présence d'alcane lourds (C36 à C40). Chez les reines, ces composés sont pratiquement absents et sont remplacés par des alcanes plus légers (C27 à C35). Les jeunes femelles ailées possèdent un profil comparable à celui des ouvrières. Au cours du développement ovarien, une métamorphose du profil d'hydrocarbures s'observe chez les femelles fécondées ou non.

INTRODUCTION

Chez les fourmis, de nombreuses études ont montré l'existence d'une corrélation entre le profil d'hydrocarbures cuticulaires (HC) et la reconnaissance des congénères (Bonavita-Cougourdan et al., 1987 ; Vander Meer & Morel, 1998 ; Lenoir et al., 1999, 2001). Le rôle précis des HC en tant que signaux chimiques permettant l'identification des conspécifiques hétérocoloniaux a été clairement démontré chez la fourmi *Cataglyphis niger* (Lahav et al., 1999). Les HC sont donc considérés aujourd'hui comme les principaux signaux responsables de l'odeur coloniale (Lenoir et al., 2001). Chez certaines espèces, une analyse discriminante des profils d'HC permet également de faire la distinction entre castes ou entre individus remplissant des fonctions différentes au sein d'une même colonie (Bonavita-Cougourdan et al., 1990 ; Wagner et al., 1998 ; Tentschert et al., 2002).

Récemment, plusieurs travaux ont mis en évidence une transformation du profil d'HC en fonction de l'activité ovarienne chez les Ponerinae. Les modifications observées sont strictement quantitatives chez *Dinoponera quadricaps* (Monnin et al., 1998 ; Peeters et al., 1999) et *Diacamma ceylonense* (Cuvillier-Hot et al., 2001), tandis qu'elles sont quantitatives et partiellement qualitative (présence de 13,23-Diméthylheptatriacontane uniquement chez les individus fertiles) chez *Harpegnathos saltator* (Liebig et al., 2000). Très peu d'informations existent quant aux différences de profils cuticulaires entre individus fertiles et stériles dans les autres sous-familles de Formicidae. Chez *Camponotus vagus*, le profil d'HC de la reine semble très proche de celui des ouvrières à l'entrée de l'hibernation alors qu'il s'en distingue très nettement en période d'activité ovarienne (Bonavita-Cougourdan et al., 1990). Chez *Leptothorax acervorum* et *L. gredleri*, les profils d'HC des reines et des

ouvrières peuvent être nettement distingués par une analyse en composantes principales (Tentschert et al., 2002). A l'inverse, le profil d'HC de la reine est indiscernable de celui des ouvrières chez *Cataglyphis niger* (Lahav et al., 2001). Ces différentes espèces présentent toutes une structure sociale monogyne ou faiblement polygyne, ainsi que des ouvrières potentiellement fertiles. Dans le présent travail, nous montrons pour la première fois une métamorphose très nette du profil d'HC en fonction de l'activité ovarienne chez la fourmi d'Argentine *Linepithema humile*, une fourmi hautement polygyne dont les ouvrières sont totalement stériles.

MATERIEL ET METHODES

Les fourmis ont été récoltées à Port Leucate (France) en janvier/février 2001. et ont été élevées dans des conditions standards de laboratoire (Passera et al., 1988) Chaque colonie expérimentale était composée de 20 à 30 reines et environ 4000 ouvrières mais sans couvain. Après 3 semaines, les reines ont été ôtées afin d'induire l'élevage de couvain sexué mâle et femelle (Passera et al. 1988). Au fur et à mesure de leur apparition, les nymphes mâles et femelles ont été placées séparément dans des petits nids d'élevage contenant 500 ouvrières orphelines. Les jeunes femelles vierges ont été réparties en deux lots. Dans le premier lot, les femelles vierges ont été maintenues en élevage avec les ouvrières. Bien que non fécondées, elles perdent leurs ailes après 1 - 14 semaines et se mettent à pondre en moyenne 18 jours après la perte des ailes (Passera et Aron, 1993). Dans le second lot, les jeunes femelles vierges ont été placées en présence de mâles. Tous les matins, les femelles désailées, supposées fécondées (reines), ont été prélevées ; certaines ont été analysées immédiatement, d'autres ont été installées en élevage avec 500 ouvrières.

Pour les analyses chimiques, 50 ouvrières ou 10 à 15 femelles (gynes ou reines) ont été tuées par congélation, puis placées dans un bain de 200 à 300 µl de pentane pendant 5 minutes. L'identification des HC a été réalisée par GC/MS (Fisons VG autospec MS couplé à Fisons GC 8065 ; colonne 25mx0.25mm OV1 ; programme :), à la fois en EI et en CI (pentane). Le profil d'HC de quelques reines et de quelques gynes a également été déterminé par SPME (Supelco 7-µm PDMS).

Après extraction des HC, les reines et les gynes ont été disséquées afin de vérifier le contenu de la spermathèque et le degré de développement ovarien (nombre d'ovocytes mûrs et de corps jaunes dans les deux ovaires).

RESULTATS

Nos résultats montrent que les ouvrières et les reines présentent des profils d'hydrocarbures cuticulaires qualitativement et quantitativement très différents. Le profil des ouvrières se caractérise principalement par la présence d'alcane lourds (C36 à C40) tandis que celui des reines fécondées pondueuses est dominé par des alcanes plus légers (C27 à C35).

Trois à 7 jours après l'éclosion, les jeunes femelles ailées possèdent un profil comparable à celui des ouvrières. Au fur et à mesure du développement ovarien, une métamorphose du profil d'hydrocarbures s'observe chez ces femelles, qu'elles soient fécondées ou non. Trois semaines après la chute des ailes, des œufs sont observés dans les nids et la dissection révèle une activité ovarienne nette chez les reines et les gynes. A ce stade, les jeunes reines et les jeunes gynes pondueuses présentent un profil d'HC très proche de celui des vieilles reines pondueuses.

DISCUSSION

Chez *Linepithema humile*, les profils d'HC des ouvrières et des reines présentent des différences qualitatives et quantitatives très importantes. C'est la première fois qu'une telle variation du profil d'HC entre individus appartenant à une même colonie est observée chez les fourmis. Dans la mesure où les colonies invasives de la fourmi d'Argentine sont toujours fortement polygynes, on peut considérer qu'il existe au sein du nid deux sous-populations d'individus présentant des profils d'HC très différents. Plus précisément, il apparaît ici que les reines peuvent partager entre elles une odeur qui leur est propre et qui diffère très nettement de celle des ouvrières. La stabilité de cette situation est peu compatible avec le modèle classique proposé pour expliquer l'origine de l'odeur coloniale chez les fourmis (Lenoir et al., 2001). De plus, les résultats obtenus avec *L. humile* ne correspondent à aucun des deux modèles concernant le rôle des reines dans l'élaboration de l'odeur coloniale (Lahav et al., 1998 ; Lenoir et al., 2001). En particulier, le modèle suggéré dans le cas des espèces polygynes postule que ce sont les ouvrières qui sont à l'origine de l'odeur coloniale et que les reines acquièrent une odeur individuelle proche de l'odeur « moyenne » de la colonie. Ce modèle, testé et confirmé chez *Cataglyphis niger* (Lahav et al., 1998) ne s'applique absolument pas à *L. humile*. La fonction biologique des différences majeures du profil d'HC entre reines et ouvrières chez *L. humile* reste à élucider.

REFERENCES

- Bonavita-Cougourdan A., Clément J.L., Lange C., 1987. Nestmate recognition: the role of cuticular hydrocarbons in the ant *Camponotus vagus* Scop. J. Entomol. Sci., 22, 1-10.
- Bonavita-Cougourdan A., Clément J.L., Povéda A., 1990. Les hydrocarbures cuticulaires et les processus de reconnaissance chez les fourmis : le code d'information complexe de *Camponotus vagus*. Actes Coll. Insectes Soc., 6, 273-280.
- Cuvillier-Hot V., Cobb M., Malosse C., Peeters C., 2001. Sex, age and ovarian activity affect cuticular hydrocarbons in *Diacamma ceylonense*, a queenless ant. J. Insect Physiol., 47, 485-493.
- Lahav S., Soroker V., Vander Meer R.K., Hefetz A., 1998. Nestmate recognition in the ant *Cataglyphis niger*: do queens matter ? Behav. Ecol. Sociobiol., 43, 203-212.
- Lahav S., Soroker V., Hefetz A., Vander Meer R.K., 1999. Direct behavioral evidence for hydrocarbons as ant recognition discriminators. Naturwissenschaften, 86, 246-249.
- Lahav S., Soroker V., Vander Meer R.K., Hefetz A., 2001. Segregation of colony odor in the desert ant *Cataglyphis niger*. J. Chem. Ecol., 27, 927-943.

- Lenoir A., Fresneau D., Errard C., Hefetz A., 1999. Individuality and colonial identity in ants : the emergence of the social representation concept. In : Information preprocessing in Social Insects, Detrain C., Deneubourg J.L., Pasteels J.M. (eds), Birkhäuser, Basel, pp. 219-237.
- Lenoir A., D'Etorre P., Errard C., Hefetz A., 2001. Chemical ecology and social parasitism in ants. *Annu. Rev. Entomol.* 46, 573-599.
- Liebig J., Peeters C., Oldham N.J., Markstadter C., Holldobler B., 2000. Are variations in cuticular hydrocarbons of queens and workers a reliable signal of fertility in the ant *Harpegnathos saltator* ? *PNAS*, 97, 4124-4131.
- Monnin T., Malosse C., Peeters C., 1998. Solid-phase microextraction and cuticular hydrocarbon differences related to reproductive activity in queenless ant *Dinoponera quadricpes*. *J. Chem. Ecol.*, 24, 473-490.
- Passera L., Aron S. 1993. Factors controlling dealation and egg-laying in virgin queens of the Argentine ant *Linepithema humile* (Mayr) (= *Iridomyrmex humilis*). *Psyche*, 100, 51-63.
- Passera L., Keller L., Suzzoni J.P., 1988. Control of brood male production in the Argentine ant *Iridomyrmex humilis* (Mayr). *Insectes Soc.*, 35, 19-33.
- Peeters C., Monnin T., Malosse C., 1999. Cuticular hydrocarbons correlated with reproductive status in a queenless ant. *Proc. R. Soc. Lond. B*, 266, 1323-1327.
- Tentschert J., Bestmann H.J., Heinze J., 2002. Cuticular compounds of workers and queens in two *Leptothorax* ant species – a comparison of results obtained by solvent extraction, solid sampling, and SPME. *Chemoecology*, 12, 15-21.
- Vander Meer R.K., Morel L., 1998. Nestmate recognition in ants. In : Pheromone communication in social insects - Ants, wasps, bees and termites, Vander Meer R.K., Breed M.D., Winston M.L., Espelie K.E. (eds), WestviewPress, Oxford, pp. 79-103.
- Wagner D., Brown M.J.F., Broun P., Cuevas W., Moses L.E., Chao D.L., Gordon D.M., 1998. Task-related differences in the cuticular hydrocarbon composition of harvester ants, *Pogonomyrmex barbatus*. *J. Chem. Ecol.*, 24, 2021-2037.